

●論文

農業経営分析の展開と実践的農業経営分析構築上の課題

溝田俊之・大江靖雄

千葉大学大学院園芸学研究科

Exploring a framework on practical farm management analysis: evolutionary review on the quantitative studies

Toshiyuki Mizota and Yasuo Ohe

Graduate School of Horticulture, Chiba University

Abstract

The purpose of this paper is to try to improve farm management analysis from a practical viewpoint. We defined the improvement process of farm management as follows: a manager sets up a tangible goal, extracts the substantial problem of management, then builds a means-end chain, and gives weight depending on its importance, and reaches to the goal by reviewing the concepts of "goal", "objective", and "means" of management.

From the above consideration we evaluated the "plan-do-see" cycle for farm management and pointed out that "plan" is the most important process in the cycle and farm management is performed based on a plan and evaluated by the objective. A manager recognizes the substantial problems of management, shapes these problems into the objective, and builds a means-end chain that is considered as a plan. Therefore, to establish an practical farm management analysis, information have to be offered in each stage of "(1) goal setting", "(2) extraction of substantial problems", "(3) means-end chain construction", and "(4) weighting."

Then we evaluated the previous studies from practical viewpoint as follows. Although economic analyses or business-diagnosis studies on farm management were good at extraction of substantial problems, those studies were not good at the proposal of practical plans for problem solution. On the other hand, economic evaluation studies on farm technology could make concrete restructuring plans, but those studies were not good at detecting substantial problems. In this respect, many of previous studies had drawbacks somewhere in stages of (2)-(4) nor successfully offered information to "goal setting".

Finally for practical farm management analyses, we proposed the measurement of farm management efficiency with the concept of production frontier, which enables practitioners to draw up a concrete plan for improvement by clarifying restriction against efficient management practice. We also proposed that simulation method by mathematical programming is an effective measure to get rid of constraints on farm efficiency and to come up with a plan for improvement.

Key words : farm management analysis, farm business diagnosis, economic evaluation, goal, objective

キーワード : 農業経営分析, 経営診断, 経営的評価, 目標, 目的

問題意識と課題

本論文の目的は、実践性の観点から、農業経営分析改善のための先行研究の整理を行うことである。

農業経営分析は、農業経営の改善に直接役立てることのほか、普及事業などの指導機関の課題決定や、試験研究機関で開発した技術の評価などの利用場面がある。しかし、過去、様々な農業経営分析手法が開発されてきたにもかかわらず、それらの手法を用いて経営改善に取り組んだり、指導課題を決定したという事例はそれほど多いとは言えない¹⁾。また、技術開発の場面では、経営的評価を経て実用化された技術であっても全く普及しないものもある。それは、農業経営分析が現場の要求に応えられていないためであると考えられる。現場が農業経営分析に要求する機能には、その経営にとって

何が基本的な問題かを抽出する「問題発見」の機能と、その問題を解決するための「具体的改善策提示」の機能がある。

そこで、その点に関して従来行われてきた農業経営分析を見ると、①他の経営または標準との比較から、問題点を発見するが、具体的な改善策提示には至らない、②経済学の視点から、技術進歩の程度及び方向、技術水準の高低などの構造を明らかにし、問題発見をするが、改善策は抽象的である、③改善策は具体的に提示できるものの、もっぱら経営計画の作成に特化するため、改善効果が保証されないなど、「問題発見」、「具体的改善策提示」のいずれかに問題があり、そのため、手法そのものは数多く開発されてきたにもかかわらず、農業現場や普及事業、試験研究に十分に生かされなかったのではないだろうか。農業経営分析は、問題発見と構造的把握、具体的改善策の構築とその効果予測ができなければ実践的には大きな意味は持たない。本論文では、以上の反省にたち、

まず、次節において、経営の目標・目的と経営改善の意味について考察し、その後、従来行われてきた農業経営分析に関する研究をサーベイし、現場が農業経営分析に要求する「問題発見」、「具体的改善策提示」などの視点から整理検討を加えることで、実践的な農業経営分析を構築する上での課題を明らかにする。

概念定義と分析の視点

経営の目標・目的・手段

通常、経営者は、経営に関する意思決定に際して、経営の目標、目的を明確にすることが必要である。しかし、わが国の農業経営学では、利潤目標論ないしは収益性目標論のようなものを別とすれば、目標、目的について論じられたことは多くない。これについて、はじめて本格的に論じたのは沢村 [44] であろう。沢村は、経営者の経営活動は、倫理的価値、健康、幸福、富、成功など、人間活動一般の動機となる「価値あるもの」と、職業観、責任感など経営活動に直接の動機を与える「経営理念」との両者によって、一貫して指導され規制されるものであり、両者の影響のもとに目的が設定され「計画→実行→評価」の農場経営サイクルにより経営活動が行われていくものとした。そして、目的の機能として「活動の動機付け」、「計画作成の方向付け」および「計画の統合」、「活動の調整」を挙げた。すなわち、経営内における個人の活動の動機付けとなり、計画作成の方向付けを行い、複数の計画の垂直的あるいは水平的な統合を行い、実行段階の活動の調整をする機能を持つ。このうち「計画作成の方向付け」についてやや詳しく述べると、以下のようなことである。価値や経営理念はそのままでは計画作成にはつながらず、経営目的に具体化されたときに計画作成の指針となる。目的が設定されれば、目的達成の手段が段階的に考案され、このような手段の段階的体系が「計画」である。そして、目的達成のための手段は、それを遂行するために一つまたは複数の手段が必要であり、これらの手段から見ると、その前の手段は目的となる。これらは連続した一つの系列になり、目的の段階的体系を形成する。

沢村は農業経営の最終的な「目標」ないしは「目的」と、その達成の手段となる「目的」を特に区別せず「目的」と表現したが、武藤 [33] は最終的な到達点を「目標 (goal)」と表現し、「経営主並びに彼の家族が健康でかつ文化的な高い生活を営むための、経済的な基盤を経営活動によって獲得すること」で、「必ずしも達成されるとは限らないが最も望ましいと考えられる状態」であるとし、目的 (objective) は「より具体的な経営の努力接近のための、達成可能かつ規範的な状態」であるとして区別した。増田 [29] も同様の見解をもつ。また、Heady [12] は最終的な到達点を、「個人または集

団の究極目的 (U点)」と表現し、Simon [48] は「最終的な目的」と表現した。

このように、呼称は異なるものの、これら「目標」ないしは「目的」という最終的な到達点と、「現状」を対比して、その乖離とそれを埋める必要性を認識し、いつまでにどれだけ充足するかという具体的ないくつかの「目的」が作られ、それらが階層構造をなし、下位から見れば「目的」、上位から見れば「手段」の「目的-手段」の段階的体系ができるという点ではいずれの論者も一致している。

農業経営分析における技術

農業経営分析が実践的であるためには、技術をどのように取り扱うかという問題を避けることは出来ない。そこで、ここでは、農業経営学において技術と経済のかかわりがどう位置づけられてきたかを見ていくことにする。

農業経営学においてもっともポピュラーな教科書であった、磯辺の『農業経営学』[18] では、農業経営を「経済と技術の相互交渉の場」として捉え、「経済は技術によって実行の方針を決定するのに必要な知識を与えられ、そのおかげで生産が実現されるので、経済は、生産を必要とする限り、技術を離れてはその目的を実現し得ない。また、逆に個々の技術は経済によって初めてそれが問題になる基礎が与えられ、実行の方針が定められるので、経済を離れては経営実践上は無意味」であり、経済と技術は生産過程において、単に表裏二面として併存するというのではなく、相互に交渉し規制しあって進むのであり、「経営問題は、両者を別々に問題としたのでは、真に理解できず、うえのような相互交渉の問題として捉えて初めて核心に触れて解明できる」としている。したがって、農業経営分析では、技術と経済の両者の関わり方 (規制のし合い方) を問題にしない限り、有効な改善策を考えることはできない。この部分に関しては、やはり農業経営学の代表的教科書であった金沢の『農業経営学講義』[19] も磯辺の見解をほぼそのまま踏襲している。また、渡辺 [62] も、「経営的生産の本質」として稲作を事例に挙げながら、「結局、農家における米の生産すなわち農業経営での稲作とは、技術的生産と経済的生産との二重の性格あるいは表裏の関係にある二つの側面をもっており、両者を統一してとらえたときはじめて経営として意味のある生産すなわち経営的生産ということが出来る」と、ほぼ同様の見解を述べている。

以上のように、経営問題は技術と経済を統一してとらえる必要があるというのは、先達たちの一致した見解である。

目標・目的と経営改善

上述したように、「目標」、「目的」という言葉の用法は必ずしも統一されていない。ここで、あるべき経営の状態を「目標」とし、そこに至るまでに解決すべきことがらを「目的」

というように使い分けることにすれば、目標は「達成可能かどうか分からない究極的な目標」と、ある時点までに達成可能と思われる「当面の目標」に分けることができるであろう。経営者は「究極的な目標」と現状を対比させながら、「当面の目標」を作り、そこに至るまでに解決が必要な問題点を挙げ、解決策を分析・検討し、目的化し、目的を体系化する。経営改善とは、経営がこれらの目的を達成し、当面の目標に到達する（あるいは近づく）ことであるということができる。また、上述したように、経営は技術と経済を統一して捉えて初めて核心に触れて解明することが出来るということを考え合わせると、解決すべき課題すなわち「目的」は、個別技術の内容を検討できる程度に具体的なものでなくてはならない。

図1は、これを「計画—実行—評価」の農場経営サイクルに組み込んだものである。経営者は、「現状」と「究極的な目標」を対比したうえで、近い将来に到達すべき「当面の目標」を設定する。ここで経営の基本的問題ないしは重要問題を目的に転化し、さらに、現在から当面の目標に至るまでに達成しなければならない目的の体系を設定する。目的は、収益性改善のためには「生産量増大」、「価格向上」が必要であり、「生産量増大」のためには「規模拡大」、「単収向上」が必要であり……というように連鎖していく。最終的には、「規模拡大」のためには「播種機の導入」、「収穫機の導入」、「自動調製機の導入」、「雇用労働力導入」というように、可能な

限り具体的なレベルまで目的化する。「規模拡大」から見て「生産量増大」は目的であり、「生産量増大」から見て「規模拡大」は手段である。このように作られた「目的—手段体系」に、目標に最も合理的に到達するようウェイト付けを行ったものが「計画」そのものであり、この計画に基づいて「実行」し、「当面の目標」に到達することが経営改善であるといえる。このとき、目的の達成程度を見るのが「評価」であり、目的が達成されていなければ「当面の目標」、「目的—手段体系」修正などの対応を行い、目的が達成され「当面の目標」に到達していれば、次の「当面の目標」を設定する。

農業経営分析が具備すべき条件と本論文の分析視点

では、農業経営分析に求められる条件あるいは果たすべき役割とはどのようなものであろうか。沢村[44]によれば、計画—実施—評価という農場経営サイクルの中で最も重要なのが計画であり、計画は「主要目的から出発して各段階の目的を設定して目的の体系を構成するとともに、これら目的にそれぞれの達成手段を決定し、全体としての「目的・手段体系」(means-end hierarchy)を形成すること」であるという。そして計画には問題確定、対策決定という二つの下位過程を含み、さらに、問題確定には問題探索、分析、目的設定という下位過程を、対策決定には対策探索、分析、決定、計画化という下位過程を含むという。経営は計画によって運営され、目的によって評価されるはずであるから、経営改善を目的と

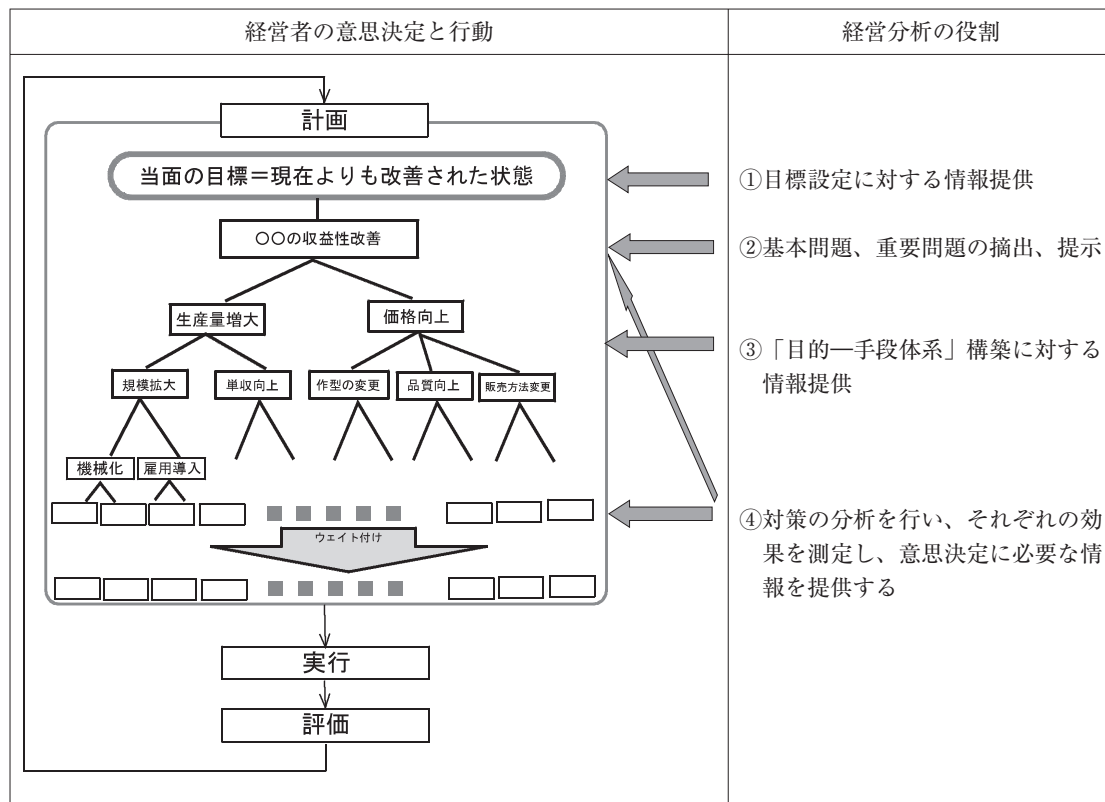


図1 経営者の意思決定、行動モデルと経営分析の役割

する農業経営分析は計画の作成すなわち、問題確定（問題探索、分析、目的設定）、対策決定（対策探索、分析、決定、計画化）に直接寄与できるものでなければならない。したがって、分析には問題発見の機能と具体的改善策を提示する機能が必要であり、これは図1でいえば「農業経営分析の役割」の欄に示された①～④である。経営者に対し①目標設定に対する情報を提供し、②基本的問題、重要問題を摘出、提示し、③「目的－手段体系」構築に対する情報を提供することで問題確定の過程に寄与し、④各対策の分析を行い、それぞれの効果を測定し経営者の意思決定、すなわち対策決定の過程に寄与する。以上のことから、農業経営分析に求められる条件は、これら①～④の役割を果たすことであるといえる。

次節からは、過去の経営分析に関する研究について、ここに挙げた視点からレビューを行い、その特徴と問題点を明らかにし、今後の課題と解決方法を検討する。

農業経営分析の展開

経営診断と農業技術の経営的評価

農業経営分析の中でも取り分け実践性が求められるのは、「農業経営診断」と「農業技術の経営的評価」が代表である。ここでは、手法のレビューに先だちこれらについて概観することから始める。

農業経営診断に関する最も重要な著作は、増田萬孝による『農業経営診断の論理』[29]であろう。増田は、1980年ごろまでの我が国における経営診断研究の展開を「理論的展開」、「指標分析と財務分析」の諸手法、「現実への適用と研究」に分けて整理を行い、診断手法で市民権を得ているものには、直接比較法、標準比較法、自己比較法があるとした。

直接比較法は、大量観察に基づく平均値の分析であり、標準比較法は人為的に定められた経営との比較であり、自己比較法は自己の経営の内部比較である。これらの方法の本質は比較であって、それを行うために指標を導出する必要がある。しかし、指標の基準値決定には問題があったと増田は言う。これらの手法で診断の基準となる指標はほとんどの場合平均値であるため、平均値のもつ固有の欠点はその指標に含まれてしまう。つまり、「個別農家の有する事情が平均値で示される値と同じになることはきわめてまれなことであり、平均値からある偏差をもった数値で示されることである。この偏差の持つ性質が偶然の誤差の範囲内におさえられ、検定され、棄却されうるか否かの手続きがとられなかった」ということである。増田は、この「平均値の問題」を克服するため、標準比較法では標準を「標識として高尚なものであって他の規範たりうるもの」と定義し、平均に標準偏差を加えたものを標準として提案した。また、直接比較法が有効な診断方法となるためには、少なくとも、①均質な土壌条件の策定、

②調査農家の選定、③大量性を保証する農業経営調査、④普及・計画につながる診断、の4点が充足されなければならないとし、土壌区分図利用による土地分級、層別抽出法による調査農家の選定、分散分析の援用による改善策を示した。

増田の研究からすでに25年以上が経過し、コンピュータ、インターネットの普及など情報環境が劇的に変化した。現在、インターネット上で農業経営診断を行えるとするサイトがいくつかあるが、それらは指標による診断であり、上に述べた指標に関する問題点は解決されていないものがほとんどだと思われる。その中であって、中央農業総合研究センターの農業経営意思決定支援システム (<http://keieikenkyu.narcb.affrc.go.jp/>) の「農業経営診断システム Ver2.0」では、農林水産省の生産費調査および経営統計調査の個票を作目別・地域別・規模別に組み替え集計した平均値を用いる[61]ため、稲作、畜産などでは大量性や均質性という、直接比較法を有効に実施するための条件の多くを満たすことができると思われ、今後の直接比較法の一つのあり方を示している。ただし、野菜、果樹、花きなどの園芸部門では、地域により複合品目が大きく異なったり、栽培方法が大きく異なるなどの問題から直接比較法による分析には大きな制約があると言わざるを得ない。

次に「農業技術の経営的評価」について検討する。これは、主として旧国立農業研究機関（現農業・食品産業技術総合研究機構）や公立農業試験研究機関において、開発する技術を農業経営に導入した場合の経営成果および経済効果等を試算し、技術開発の方向や経営改善の方向を明らかにする研究である。梅本[59]は農業技術の経営的評価を「農業経営における技術の経済的効果を、経営者の目指す経営目標達成のための貢献度として測定し、判断すること」と定義し、特に重要なことは「経営者の経営目標との関連において技術の評価を行うという点であり、ここに経営の視点から行う評価の本来的意義がある」としている。しかし、実際には、単なるコストの積算に基づく比較を「技術の経営（的）評価」と呼んでいることも多い。

山本[63]は、技術を普及するためには技術の導入行動の決定要因を解明することが極めて重要な課題であるが、既存の経営研究は、技術の経営・経済的評価と当該技術の導入定着条件を明らかにすることでアプローチしてきたが、対象とする技術が導入定着される事例が極めて少ないのは、これらの研究では「個々の経営体の土地・労働力・資本を技術導入の必要条件とし、それらの相互関連は十分検討されているものの、経営者の内面的要因を含めた総合的な分析が行われていないからである」と指摘している。しかし、それは「経営者の内面的要因」を含めた分析がなされなかったためだけであろうか。それらの研究で暗黙に、あるいは明示的に取り扱った「経営者の目指す経営目標」は、だれの経営目標であったのだろうか。一般に、新技術は現状の技術の効率化を目指

して開発されるのであるから、現状の技術体系の下で最も効率的な経営を対象に開発が行われていることが多いと考えられる。しかし、経営診断などの分析結果からは、非効率経営と効率経営では改善の方向が異なることはしばしば見られる。したがって、開発された技術が現地で定着しない理由のひとつには、新技術が目指す改善方向が多数の経営者の経営目標、目的に沿っていないからということがあるのではないかと筆者は考える。

以下、農業技術の経営的評価の代表的な研究について見てみる。梅本 [60] は、複合経営における乾田直播栽培の導入について今後予測される稲作の担い手類型を分類し、それぞれについて直播を導入する際の技術的ターゲットを整理した上で、「複合経営」について線形計画法を用いて直播技術の導入が複合経営にもたらす効果を定量し、経営類型別に技術開発の課題と方向を整理した。このように経営類型を整理することによって経営者の目標、目的に沿った分析を行った研究がある一方で、そのことについてあまり意識されていない研究もある。例えば、小池 [22] は、稲作の乾田直播によって規模拡大、低コスト化をねらった流体播種の技術の評価した。ここでは「米麦二毛作地帯における大規模経営」を想定して、コストの積算により新技術の評価しているが、想定する経営に関してはそれ以上の言及がなく、新技術がどの程度のどの範囲の経営に受け入れられるであろうかということについては分析していない。このような傾向は他にもいくつか見られ、例えば、上村ら [55] は、不耕起技術などを取り入れた稲、麦、大豆輪作体系の評価を、技術導入先として4段階の規模の家族経営を想定して行っているが、なぜそのような想定にしたかは詳しく述べられてはいない。また、関野ら [45] は、傾斜地におけるカンキツ園に作業道を設置し、小型機械化技術を導入した場合の評価を、軽労化の評価を含むコスト積算により行っている。評価結果では資本装備が増加するものの、労働時間と軽労化のために若干の低コスト化がなされるが、所得では減少となる。しかし、この結果が導入を想定する経営の目的に合致するかどうかについては何も言及がない。このように、評価対象技術が、どのような経営をターゲットにどのように利用されるかを十分に検討したかどうか明らかなでない研究も存在する。

技術の経営的評価には、線形計画法を用いて行った研究が数多くある。線形計画法の目的関数は評価対象によって異なるが、一般に農業経営の所得最大化モデルを用いることが多い。この場合経営の目標は明確である。例えば大石ら [39] は、酪農経営において和子牛の胚移植 (ET) の経済性と普及条件を評価したが、対象となる経営は調査を行った経営を元に、経産牛上限40頭、経営耕地 5 ha のモデルを設定している。しかし、このモデルが対象地域の中で、あるいは国内酪農業の中でどのような位置を占める経営であるのかという、

モデル設定の根拠については言及されていない。また、樋口 [13] による酪農技術の評価と鵜川 [57] による酪農技術の評価は、どちらも十勝地域の酪農家をモデルとして集約放牧技術の評価を行っている。樋口は「低泌乳でもゆとりのある生活を望む農家にすすめるべき技術」で「牛舎周辺の農地が取得できるような交換分合等農地政策の推進が必要」としているが、鵜川は放牧地の牧草の単収水準、TDN水準を導入条件に挙げた上で、経営発展の方向を規模拡大から経営費用縮小に転換することが必要としている。しかし、どちらの研究においても、従来、放牧型酪農を志向してきた根釧地域では集約放牧技術が普及しているのに、なぜ十勝地域では普及しないのかということをも十分に解析してはいない。十勝地域の酪農家の視点で評価するためには、この部分を解析する必要があると考える。このように、数理計画法を用いて評価を行う場合、経営目標は明確であるが、新技術を導入する対象経営を明確にしておかなければ、梅本の定義した「経営者の経営目標との関連において技術の評価を行う」という目的は達成できないことになる。このような事例はここに挙げた例に限らず、多くの研究で見られる。

生産関数分析と技術の定量的評価

わが国農業の生産関数分析は戦前期から始まっていたが、中でも多く取り組まれてきたのが、Cobb-Douglas型生産関数による技術進歩の計測であろう。稲本 [17] はこれらの技術進歩計測は「総体としての技術進歩が計測され、かつ、残差としての技術進歩が計測されているのであり、総体としての技術進歩がどのような具体的な部分技術の進歩によってもたらされたものであるか、それらが生産過程においてどのような役割を果たしながら技術水準の上昇や技術構造の変化に貢献したかなど、技術進歩が実体化される技術的過程が明らかにされていない」と指摘し、稲作において耕耘機が普及した1956年～1961年の山形県庄内地方における「米生産費調査」個票を用い、耕耘手段別の生産関数 (Cobb-Douglas型) を計測し、畜力使用農家よりも耕耘機使用農家の方が技術水準が高く、土地・固定資本財使用であることを明らかにし、この期間に「主要な技術進歩」である動力耕耘機の普及が、技術水準の上昇、固定資本財の相対的重要性を増加させ、規模効果をもたらすような技術構造の変化があったことを明らかにした。

稲本に限らずこれらの研究のほとんどはCobb-Douglas型生産関数を使用して計測されたものであるが、1970年代以降、Cobb-Douglas型の代替弾力性の制約を緩めたCES型生産関数、トランスログ生産関数などの関数型の工夫によりバイアスを取り除く努力がなされた [24]。

荏開津・茂野 [6] は、稲作の生産工程を、肥料・農薬などの経常投入財と土地を代替財のセットとしたBC関数と、

資本と労働を代替財のセットとしたM関数に分け、これらのセット相互間は完全補完財であると仮定して生産関数を特定化し、1951～79年の「コメ生産費調査」を用いて計測した。この結果、M関数には中立的技術進歩は存在せず、著しい資本使用・労働節約的な技術進歩が見られたことを明らかにした。また、同様のモデルを1957～80年の「牛乳生産費調査報告」を用いて酪農にも適用し、BC関数には規模の経済が存在しないがM関数には規模に関して収穫逓増であることを明らかにした〔7〕。

また、生産関数を農家調査に基づいて計測し、経営診断を行うという研究も行われた。その代表的なものは天間による『畑作農村の経営診断的研究』〔51〕であろう。この研究では、神奈川県綾瀬町の畑作農家343戸のデータを用いてCobb-Douglas型生産関数を計測し、経営者労働報酬に強く影響する要因とそのメカニズムを明らかにし、各要因の限界価値生産力を計測し、経営内における各要素の重要度を調べるなどして「いかなる部門、生産要素の結合が綾瀬町の経営者労働報酬を最も増加させるか」を明らかにした。

しかし、個別経営の経営改善という場面を考えると、これらの生産関数の適用には限界がある。一つには、いくつかの経営を同一母集団として扱う、すなわち、個々の経営構造に差がなく、等質な母集団であるということを前提に平均的な生産関数を計測することである。これに対しては、生産関数に個別ダミーを導入することによって、経営ごとの個別的技術格差を捉え、いわゆるマネージメントバイアスを除去する方法も考案され、松原〔30〕による東北酪農の分析、趙〔4〕による北海道酪農の分析、Dawson〔5〕によるイングランド北西部農業の分析などいくつかの適用事例がある。

生産関数の限界のもうひとつの理由は、生産関数が取り扱う技術の内容などが抽象的で、具体的な改善策を検討することが困難であるということである。頼〔65〕は、「生産関数分析は、生産技術を表示する場合に抽象度が高すぎて、経営改善上の実践的役割を果たすことができなかった」と言う。

「個別農家経済経営の生産要素結合に関する主体均衡点を求めて、これを経営診断や経営計画のために標準値として用いようとする場合には、生産関数のように、流動物財費や固定財償却費をある程度まとめて貨幣価値でもって表示し、さらに労働についても、異なる時期に投入されて相互に代替関係の弱い労働をまとめて表示しているので、具体的に各種類の生産要素の結合次元まで下ろして表示できないという難点があった。まして生産部門間の最適結合組織を見いだすという課題については、コブ・ダグラス型生産関数は全く無力であった」。これは、経営者が経営改善をするに当たって必要なこと、すなわち、「当面の目標」に到達するために解決しなければならない問題を、具体的、技術的に特定し、解決策を分析・検討し、目的化する際に実践的役割を果たせなかつ

たということである。

そのため「神崎博愛氏や工藤元氏は、積極的に線形計画法を米国より導入し、わが国の農家経済の改善にとって非常に有効な計画法であることを啓蒙し始めた」（頼〔65〕）のである。

数理計画法による農業経営分析の展開

国内における数理計画法の農業経営への適用は、1960年代に神崎博愛を中心としたグループが、主として関西地方において、線形計画法の導入と実際への適用の問題に対して精力的に取り組んだことに始まる。線形計画法の導入は、それまで経済学で使われてきた分析ツールである生産関数が、経営改善という場面では具体的改善策提示ができず、実践的に役立たなかったことが契機となっている。神崎は「農業経営計画論」〔20〕において、生産理論に使われる投入、産出関係の生産曲線（生産関数）を取りあげ、「現実には生産曲線は存在し得るであろうか。また存在するとするならば、いかなる性質の生産曲線であろうか」と問う。そして、農業試験場での土地法則の実験を例に、「単一要素の増投に対応する産出結果は極めて連続的にきれいに把握されるであろう」といい、このような実験の生産曲線をあらゆる作物について、あらゆる要素結合の連続的变化に対応する無数の生産曲線の把握ができるかと言えば、まず不可能に近いことであり、したがって、「存在し得るはずでありながら現実には把握された物として生産曲線は存在していない」のだと言う。もちろん、農家における生産曲線の把握は試験場以上に難しいのは言うまでもない。

農家における現実的な生産の様相を把握するためには、農家の簿記記帳結果に基づいて、「点」として把握するしかない。点の展開は直線であり、曲線である。しかし、実際の農家における土地当たりの投入産出データは、かなり集約度の高い段階の結果しか得られないため、「集団の相関図上の座標は生産曲線上の全域にばらまかれないで密に一箇所に集団する」。そのために、生産曲線上のごく小部分しか表せず、「その限りにおいて曲線的表示よりは直線的表示がより妥当する場合が多い」のであり、しかも、曲線よりも直線の方が堅実で、便利であり、操作しやすい、と直線による生産曲線の把握と線形計画の有効性を説いた。

同じ頃、北海道では工藤元が北海道農業への精力的な適用を行っていた。工藤を中心としたグループによる線形計画法の適用例は、1959～61年の間に約650例に達するという。この経験に基づいて工藤は『リニヤ・プログラミングによる農業経営設計と分析』を著し、これがその後の農業経営分野における線形計画法の普及に大きな貢献を果たした（今村〔16〕）。その後の線形計画法の適用事例はきわめて多く、枚挙にいとまがないほどであり、1960年代からは本格的な普及

期に入った。また、1960年代後半に入ると「電子計算機」の普及に相まって一層の普及を見る。

1960年代後半からは、通常の線形計画法の目覚ましい普及とともに、モデルの発展、精緻化が進んだ。通常の線形計画法の前提には、投入要素について「無限の可分割性」があるが、実際の場面では固定資本財など（例えば畜産経営における家畜頭羽数など）がこの条件を満たせない場合が多い。このような問題に対応するため全整変数計画モデル、部分整変数計画モデルなどの不連続変数計画法に関する研究が進んだ（例えば久保 [23] など）。また、通常の線形計画法は、単一年度の経営計画を作成するときに最も有効に用いられる方法であるが、その場合、計画年度における活動はそれ以前またはそれ以後の年度における活動からは独立であることが前提である。武藤 [32] は、「いわゆる「規範分析」においては、その多くが規範的な姿を示すに急な余り、それに到達するために必要な段階乃至はオペレーショナル・タームを捨象した物が多い」といい、最適状態に至るまでに必要な段階を示す必要があるとして、各年度の経営活動を関連づけるものとして経営資金を取りあげ、土地改良地区の代表農家を対象に計画期間を4年間とした多段階線形計画法を適用した。

以上の方法は、所得の最大化など単一の目的に対応した方法である。しかし、前節で検討したように、経営者は「当面の目標」に到達するために複数の「目的」を作り、これを体系化する。このような問題に対応する計画法として目標計画法がある。目標計画法は、所得、余暇時間といった複数の目的とその要求水準を設定し、土地や労働など線形計画法と同様の制約条件の下で、要求水準をなるべく満たすように目的要求水準との差異の総和を最小化する手法である。樋口 [14] は、農業経営計画、集団営農計画、地域農業計画それぞれの計画主体が抱える計画目標を農家調査、地域リーダー調査に基づいて検討し、目標計画法を用いて、農家の経営計画、集団の営農計画、地域農業の振興計画の実証分析を行い、体系化した。

通常の線形計画法では、一価の期待値、すなわち完全知識状態が前提となるが、実際には、経営主は不完全な知識状態で経営活動を行っている。不完全知識状態での計画法としていわゆるリスク・プログラミングと呼ばれる計画法があるが、その代表的モデルとしてHeady-Candlerモデル、Freundモデルがある。Heady-Candlerモデルでは、生産要素の制約量や技術係数等の制約条件は通常の線形計画法と同様であるが、プロセス純収益係数は生産物の価格や収量の変動によって変動するものとして取り扱う。この方法による適用例には福田・新藤 [10] がある。北海道天北地域では収益・安定度ともに高い馬鈴薯・甜菜、安全であるが収益が少ないエン麦・ナタネ、収益が多いが安定性を欠くマメ類が作付けられているが、

より高く、より安定した所得を得るにはどのように作物を組み合わせたらいのかという問題を、リスクプログラミング（Heady-Candlerモデル）を適用することによって検討した。Heady-Candlerモデルは収益が多く、変動の少ない一意の解を求める手法ではなく、期待収益と収益の分散の軌跡を求めるものであるため、望ましい点は経営者自らが選ぶ必要がある。しかし、本論文の意義は、北海道の畑作にリスクプログラミングを適用し、期待収益が高まるほど不安定性（収益分散）も高まることを数値で明らかにしたことと、手法の限界を示したことであると思われる。また、堀内・福田 [15] では、北海道十勝地方の畑作農家にHeady-Candlerモデルを適用し、経営組織編成を検討した上で、経営者自身に計画案を選択させた。この結果、経営者の行動様式と計画案の選択にある程度の関連が認められた。

これに対し、自己完結モデルと呼ばれるFreundモデルでは、プロセス純収益係数は、その期待値を中心とする正規分布に従い、プロセス純収益総額も、その期待値を中心に正規分布すると仮定し、効用関数を明示的に導入して、これを最大化する手法である。この手法を国内農業に適用したものとしては一連の丸山、フロインドの文献 [26, 27, 28] があり、この中で北海道後志地方の農家を事例に、農家実績値、線形計画と比較し、線形計画に比べ純収益が低い、純収益の期待値は高くなること、線形計画よりも農家実績値に近いこと、農家の計画案の純収益期待値が、Freundモデルより小さいことから、この経営主が過度に慎重な計画を行っていることなどを指摘した。

南石 [35] は、線形計画法やリスク・プログラミングを特殊型として含む、より一般的な確率的2次計画法（SQP）と、線形計画法、リスク・プログラミング、目標計画法を特殊型として含む確率的多目的計画法（SMP）を提示し、その解法を確立した上、micro-NAPSというコンピュータ・プログラムを作成、公表した。そしてこれらの方法を用いて、インドネシア畑作地域の農家、千葉県の都市近郊野菜産地の農業経営、宮崎県のピーマンの生産出荷計画を対象に実証分析を行った。その後、計画モデルの自動生成機能を持つシステムFAPSへと発展させ、普及指導員などを中心とする多くのユーザーを獲得し、普及活動や技術評価などに適用されるようになった [36, 37, 38]。

天野 [2] は、北海道十勝地域の畑作にHeady-CandlerモデルおよびKataokaモデルを適用し、作物共済による収益安定の効果を明らかにした。このほか北海道の野菜作を対象にMOTADモデルを用いて野菜価格補填事業の効果を明らかにし、関東地方のキャベツを対象に線形計画法を用いて連作障害防止技術の効果を明らかにするなど、農業経営にとってのリスク問題を体系的に分析し、家族農業経営におけるリスク管理のあり方を明らかにした。

数理計画法の中でも最も基本的な線形計画法は、農業技術の経営的評価に数多く使われていることはすでに述べた。その理由は、頼 [65] や神崎 [20] が指摘したような長所のほか、計量的手法のような多数のサンプルを要しないこと、条件を変更することで様々なシミュレーションが行える操作性の良さなどのためである。逆に、計量的手法のような統計的検定が行えないため、計画モデルが適切に作られなければ間違った結論を導き出してしまうことになる。また、通常の経営計画問題では、多数の経営を比較するわけではないため、経営の基本的問題を発見しにくい。したがって、プロセスや制約条件を設定する時点では、経営の基本的問題、重要問題が検討され、明らかになっていなければならない。この点に関し、先に見た農業技術の経営的評価に関する研究を分類した(表1)。分類は、地域や経営類型ごとに、経営が直面する基本的な問題についての検討の有無、評価対象技術導入が持つ意味と効果についての言及の有無を基準として行った。なお、「傾斜地におけるカンキツ栽培にとっての軽労化」など、分析対象となる経営にとって基本的問題であることが自明と思われるもの、研究の主題が分析手法に関するものなど、基本的問題の検討が特に重要でないと判断されたものについては「その他」に分類した。表1によれば、分析対象経営の基本的問題を十分に検討した研究は意外に少なく、そのようなことを検討したかどうか言及のない研究が目立った。したがって、数理計画法の使用に当たっては農業技術および生産現場に関する幅広い知識と経験が必要であるとともに、経営改善上の基本的問題点を十分に検討することが最大のポイントであるといえる。

表1 「技術の経営的評価」論文における基本的問題の検討状況

区 分	論 文
基本的問題を十分検討	*梅本 [60]
	*山本ら [64]
基本的問題の検討が 不十分・未実施	小池 [22]
	上村ら [55]
	*樋口 [13]
	*林 [11]
	*塩谷ら [49]
	*鶴川 [57]
	*鶴川ら [58]
	*天野ら [1]
その他	*大石ら [39]
	関野ら [45]

注) *印は数理計画法を使用

効率性測度を用いた農業経営分析

初めて経営の効率概念を提示したのはFarrell [8] であった。Farrellはもっとも効率的な生産を行う点を通る包絡線(生産フロンティア)と等費用曲線を基準にして、技術効率、価格効率、総体効率を定義し相互の関係を示した。この効率概念に基づいて個別企業の効率を測定する方法にはフロンティア生産関数に基づくものと、DEA(包絡分析法)によるものがある。

Timmer [52] は、Cobb-Douglas型のフロンティア生産関数を線形計画法によって推定する方法を開発し、アメリカ各州を単位とするデータにこれを適用し、それぞれの技術効率を明らかにした。清水 [46] は、この方法を用いて愛知県渥美郡の施設園芸農家15戸の技術効率を測定し、施設全体では施設の作付率、電照菊とメロンでは事故発生率が技術効率を強く規制していることを明らかにした。また、高橋 [50] は稲作で、荏開津・茂野 [6] のモデルに倣い、BC関数、M関数に分けてフロンティア生産関数を計測し、M関数には規模の経済が存在するがBC関数には存在しないこと、M関数では大規模層ほど技術効率が高いことを明らかにした。このほか、金 [21] が酪農を対象に清水と同様の方法により技術効率の測定とその規制要因の分析を行っている。これらの研究は、稲作の生産構造に焦点を当てた高橋 [50] の研究を別にすれば、いずれも個別の効率を明らかにするために取り組まれたのであり、それぞれの効率性を測定しその規制要因を検討している。しかし、それが個別経営ないし個別企業の経営改善のための個別技術の改善といったレベルまでブレイクダウンして検討した研究は見あたらない。

これ以後、フロンティア生産関数は線形計画法によって推定されることはほとんどなくなり、修正OLS (COLS)、最尤法など計量的手法で推定されることが多くなった。COLSによって推定を行ったものにはRichmond [41] によるノルウェイの製造業の効率、Russel and Young [42] によるイングランド北西部の農場の効率測定などがあるが事例数としては少ない。1980年代以降は確率的フロンティア (SF) と呼ばれる、データに統計的ノイズを認め、最尤法で推定する手法が中心になっていった。これら手法の関係および発展の経緯はForsund *et al.* [9] に詳しい。

DEAはChams *et al.* [3] が考案した経営効率測定手法である。フロンティア生産関数と同様にFarrellの効率概念に基づく手法であるが、DEAでは、1種類の出力しか想定していなかったFarrellの効率概念を多出力に拡張し、ノンパラメトリックな手法であるため、入出力の関係に特定の関数型を必要とせず、効率指標に特定の分布を仮定する必要もないなどの特徴を持つ。1990年代以降、経営効率の測定はDEAによるものが増え、フロンティア生産関数によるものは次第に減少した。DEAを国内農業に適用した初期の研究には、小沢 [40]、清

水 [47] があり、最近の研究では佐藤 [43]、辻ら [54] などがある。清水 [47] は、メロン経営にDEAを適用し、技術効率上位経営では収量が多く、良品割合、早期出荷割合が高いという特徴から、効率を高めるためにはまず収量を高め、次に平均価格を高めるために品質向上と出荷時期の早期化を目指す、その手段としては常に後者を重視すべきことを明らかにした。また、非効率経営の効率化のために、診断経営の最適解を構成する効率的経営（参照集合）に基づいた改善案を提示した。しかし、DEAによって算出された改善案は、効率的経営の実績をもとに求めた投入・産出の理論値であるため、必ずしも技術的に実現可能な改善案にならないことが多い。清水 [47] の研究においても、技術的な検討はなされておらず、改善策の実現性には疑問がある。

辻ら [54] は、和歌山県田辺市内のウメ経営にDEAを適用し、樹齢構成の適正化、基本的栽培管理の励行、地域内での情報交換、研究会活動の活発化による経営者能力向上などを改善課題として挙げた。しかし、指摘した改善課題は、一般的に挙げられていることが多く、経営改善、ひいては産地の

改善を図る視点からは、例えば、改植を適切に行った場合に予想される経営成果と効率値を示すなど、より具体的な改善案が必要ではないかと考える。

効率性測度を使用した分析では、フロンティア生産関数とDEAのどちらが優れているかという問題に明確な答えは出ていない [34]。DEAには多出力への対応、フロンティアの関数型の特長が不必要、効率値の分布型の特長が不必要といった利点がある一方、統計的検定が出来ないという欠点がある。DEAの利点はフロンティア生産関数の欠点であり、DEAの欠点はフロンティア生産関数の利点である。また、フロンティアの決定に際して、フロンティア生産関数ではすべてのデータを使ってパラメータを決定するのに対し、DEAでは少数の効率的経営のデータによって決定される [53] ため、異常値に注意すればDEAに使用するサンプル数は計量的手法に比べて少なく済むという特徴もある。したがって、どちらの方法を使うかは、分析対象の特性によって使い分けるべきであろう。複数の基幹品目を持つ野菜などの園芸ではDEAが適しているであろうし、単一経営が多い畜産などでは

表2 既存分析手法の「経営分析の役割」の視点からの評価

手 法	評価視点		
	①目標設定に対する情報提供	②基本的問題、重要問題の抽出、提示	③目的—手段体系 ④対策の効果測定
直接比較法	×	○	×
	比較の対象は平均値であることから、目標の情報とするには不適切	平均値との比較で問題点発見可能	具体的解決策策定の情報提供は困難
標準比較法	○	○	×
	標準値を使用するため、目標設定の情報にしやすい。しかし、標準値は恣意的になりやすい	標準値との比較により問題発見可能	同上
生産関数分析	×	○	△
	平均的生産関数の計測からは得られない	投入—産出関係の把握、技術構造変化などにより問題点を把握	限界代替率と費用最小化、価格効率などで対策の方向性を提示可能だが、具体性に課題
数理計画法	△	△	○
	最適解は、現状での目標となり得るが、他経営との比較がないため、より効率的な経営が発見できない	潜在価格の計測などで制約条件に関する問題点の把握が可能だが、他経営との比較による問題発見は不可能	具体的な改善策提示とその効果測定が可能
フロンティア生産関数	○	○	△
	生産フロンティアを目標にすることが可能	効率を規制する要因を解明することにより問題の抽出、提示が可能	限界代替率と費用最小化、価格効率などで対策の方向性を提示可能だが、具体性に課題
DEA	○	○	△
	同上	同上	効率的経営の実績をもとに、最適な投入・産出量を提示可能であるが、実現性に課題がある

フロンティア生産関数が適しているであろう。既往の研究では、いずれの方法を使ったものであっても、具体的な経営改善策の提示という部分に弱さがある。この部分を改善し、現実的な経営改善策が可能になれば有効な農業経営分析ツールとなりうるはずである。

結 論

経営改善の意味を経営者の経営目標・目的から整理し、経営改善を目的とする農業経営分析には①目標設定に対する情報提供、②基本的問題、重要問題の摘出、提示、③目的一手段体系構築のための情報提供、④対策の効果に関する情報提供の4つの役割があることを挙げた。表2はこの視点から、既往の農業経営分析に関する研究を手法別に評価したものである。この表をもとにレビューを総括する。

経営診断の代表的な分析方法である直接比較法と標準比較法は、どちらも比較によって経営の問題点を摘出する手法であり、直接比較法では平均値を用いて、標準比較法では標準値を用いて比較を行う。これらの手法では問題点の摘出に重点が置かれており、具体的解決策を提示した研究は少なかった。また、標準比較法では、増田[29]が言うように、標準値が「他の規範たりうるもの」であれば目標設定の情報にはなり得るであろうが、標準値の設定次第であり、恣意的になりやすいとも言えるであろう。

生産関数分析は技術進歩の計測や、構造変化を捉えるのに大いに活躍した。また、経営診断にも応用されたが、抽象度が高いために、経営をどのように改善すればよいかという具体策を決定するという場面での実践的要請には十分に応えられなかった。つまり、経営の生産構造を関数として把握し、問題発見を行い、経営改善策も限界価値生産力、限界代替率の計測などによりある程度提示できるが、具体的な改善策としては提示しにくく、実践性に難点があった。

線形計画法をはじめとする数理計画法は、細かい単位に立ち入って生産構造の把握ができ、具体的かつ合理的な経営改善策を示すことができる。また、潜在価格の計測などにより制約条件に関する経営の問題点を摘出することが可能であり、最適解は、現状の制約条件の下での目標とすることができる。これらの特徴のため、農業技術の経営的評価に数多く使われている。しかし、数理計画法では計量的手法のように多数のサンプルを必要としないといった長所を持つ反面、正確な分析を行うためには農業技術および生産現場の状況を的確に反映したモデルが作成できることが前提となる。また、モデル化を行う時点では経営にとっての基本的問題点が明らかになっていなければならない。したがって、その前提が満たされなければ間違った結論を導きかねない。農業技術の開発は、その技術が目指す方向と多くの経営が目指す方向が

マッチしていなければならない。したがって、農業技術の経営的評価の大きな役割は経営者の目標・目的に沿った視点から技術を評価し、技術開発に示唆を与えることである。しかし、既往の農業技術の経営的評価の研究では、表1に見たように、基本的問題点の検討を十分に行わないなど、経営者の経営目標を十分整理、吟味せずに適用した事例も散見され、これらの研究では、手法そのものというよりは適用法に問題があったと考えられる。

フロンティア生産関数、DEAといった、効率性測度を利用する農業経営分析では、生産フロンティアを評価基準として各経営の効率を計測する実用的な手法であり、集団内比較の方法として高い可能性がある。非効率経営にとって生産フロンティアは「当面の目標」設定のための情報を与える。しかし、既往の研究を見ると、フロンティア生産関数で農業経営分析を行ったものは、技術効率と規模の関連や技術効率の規制要因など、主に構造面に焦点を当てたものが多く、具体的な経営改善策を提示したものは見当たらない。また、DEAを用いた研究で示される改善案は、効率の経営の実績をもとに求めた投入・産出の理論値が中心であり、実現性に疑問のあるものが多かった。それは、改善策の検討が効率的経営を参照するにとどまり、効率の差が何に起因するかを掘り下げて十分な検討を行わなかったためと考えられる。以上のことから、これらの効率性測度を利用した分析では、実践的な分析を行える段階に到達していないものと思われる。

以上の問題点を克服するために必要な改善方を、農業経営分析の中でも取り分け実践性が求められる「農業経営診断」と「農業技術の経営的評価」で検討してみる。

農業経営診断では、従来、広く採用されてきた、直接比較法、標準比較法という代表的な分析方法が、どちらも具体的改善策提示、目標設定に対する情報提供に問題があった。また、フロンティア生産関数とDEAは集団内比較の方法として高い可能性がありながら、具体的改善策提示に問題があった。これらのことから、経営診断ではフロンティア生産関数およびDEAを用いて、生産フロンティアを基準に効率を測定し、技術的指標や市場出荷記録などの情報を用いて、効率規制要因を解明することから具体的改善策を検討、策定することにより改善を図ることが考えられる。ある程度大きなサンプルサイズを必要とするフロンティア生産関数は、畜産経営や主穀作経営などで、多出力に対応し、小さなサンプルサイズにも適応しうるDEAは、園芸などを中心とした複合経営で、効果的な分析が期待できる。

農業技術の経営的評価では、対象とする農業技術の目指す方向と、多くの経営が目指す方向がマッチしているかどうか問題となるが、これを十分に検討することによって、従来から多く使われている数理計画法の長所を活かすことができるであろう。特に、経営成果や効率を規制すると思われる

要因を変化させながら数理計画法で最適化を繰り返すシミュレーションによって、経営の基本的問題を摘出することが考えられ、それによって、要因の重要度、具体的改善策の方向、目標設定に対する情報を得ることが期待できる。

いずれにしろ、実践的な農業経営分析を行うためには、問題や対象に最適な手法を選択する必要がある。そのためには、手法および生産技術を含めた現場に関する知識が欠かせない。

また、本論文ではレビューしなかったが、近年、GISや精密農業に関連して数理計画法が積極的に使われている。GISを数理計画法を用いた意思決定問題に活用することについては、Malczewski [25] のような入門書もあり、利用が進みつつある。一方、国内農業においては、上野 [56] がGISデータをもとに数理計画法を用いてサトウキビの最適収穫計画を作成するなどの事例が見られるものの、まだ試行段階の域を出ているとは思えない。農業経営分析という観点からは、例えば、大規模水田作経営における作付の最適化などの利用が考えられるが、これについては今後の課題としたい。

摘 要

本論文の目的は、実践性の観点から、農業経営分析改善のための先行研究の整理を行うことである。そのために、経営の目標・目的・手段についての概念を整理し、経営改善の定義付けを行った。経営者が経営改善を行うということは、当面の目標を設定し、経営の基本的問題点を摘出し、目的—手段の体系化を行い、ウェイト付けを行い、目的を達成しながら当面の目標に到達することである。

経営は「計画—実行—評価」の農場経営サイクルで運営されるが、この中で最も重要なのが計画であり、経営は計画に基づいて実行され、目的で評価される。経営者は、経営の基本的問題点を認識し、それを目的に転化し、目的—手段体系を構築し計画とする。したがって、農業経営分析が実践的であるためには、①目標設定、②基本的問題の摘出、③目的—手段体系構築、④目的のウェイト付けの各段階において情報を提供できなければならないが、この点から過去の研究を見ると、経済分析や経営診断研究では、基本的問題、重要問題の分析は行えるが、具体的な経営改善策を策定することが困難であり、技術の経営的評価に関する研究では、改善策には具体性があるものの、基本的問題の発見能力が劣っているものが多かった、というように②～④のいずれかの部分に問題があった。また、①の「目標設定に対する情報提供」は総じて弱かった。

これらを改善するため、農業経営診断では生産フロンティアを基準に効率を測定し、既存の技術資料等から効率規制要因を解明することで具体的経営改善策を策定すること、農業技術の経営的評価では、経営成果や効率を規制すると思われる

要因を変化させながら数理計画法で最適化を繰り返すシミュレーションによって、経営の基本的問題を摘出することを提示した。

補 注

- 1) 溝田 [31] は、全国農業改良普及支援協会が運営するEK-SYSTEMの現地事例等のデータベースから、「経営診断」をキーワードとして得たレコードに含まれる分析手法を調べ、過去に開発された分析手法が「ほとんど定着していないことがうかがえる」としている。また、国庫補助事業として取り組まれた「農業経営総合指導活動事業」などでは、千葉県の事例を例にとりながら、線形計画法、損益分岐点分析、財務分析などが現地に適用され、ある程度利用されていることを示した。

引用文献

- [1] 天野哲郎・鳥越洋一・小川 奎 (1995): 「連作障害防止技術及び作付方式の経営経済的評価—キャベツ産地における土壌病害を事例として—」, 『農業経営研究』, 33(2), pp. 11-21.
- [2] 天野哲郎 (2000): 『農業経営のリスクマネジメント—畑作・露地野菜作経営を対象として—』, 農林統計協会, 東京.
- [3] Charns, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- [4] 趙錫辰 (1980): 「生産関数分析における人的投入財—その重要性並びに経済的意味をめぐって—」, 『農経論叢』, 36, pp. 13-42.
- [5] Dawson, P. J. (1985): "Measuring Technical Efficiency from Production Functions: Some Further Estimates." *Journal of Agricultural Economics*, Vol 36-1, pp. 31-40.
- [6] 荏開津典生・茂野隆一 (1983): 「稲作生産関数の計測と均衡要素価格」, 『農業経済研究』, 54(4), pp. 167-174.
- [7] 荏開津典生・茂野隆一 (1984): 「酪農の生産関数と均衡賃金」, 『農業経済研究』, 55(4), pp. 196-203.
- [8] Farrell, M. J. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of Royal Statistic Society. Series A, Part 3*, 120, pp. 253-281.
- [9] Førsund, F. R., Lovell, C. A. K. and Schmidt, P. (1980): "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement." *Journal of Econometrics*, 13, pp. 5-25.
- [10] 福田重光・新藤政治 (1963): 「リスク・プログラミング—豆作不安定地帯の経営設計—」, 『近代農業経済学』, 工藤元・村 正一・高山 崇・久保嘉治編, 東京明文堂, 東京, pp. 169-190.
- [11] 林清忠 (1997): 「新技術導入過程における収益性と作業特性の統一的把握 第2報 ダイコン作における省力化技術体

- 系の事前評価」,『中国農業試験場研究報告』, 18, pp. 13-30.
- [12] Heady, E. O. (1962):「第1章 生産経済学の範囲と性質」,『現代農業経済学』, 春秋社, 東京, pp. 4-6.
- [13] 樋口昭則 (1996):「線形計画法による酪農技術の経営的評価—フリーストール・ミルクパターと集約放牧について—」,『農業経営研究』, 34(3), pp. 104-109.
- [14] 樋口昭則 (1997):『農業における多目標計画法』, 農林統計協会, 東京.
- [15] 堀内一男・福田重光 (1972):「畑作経営におけるリスクプログラミングの適用」,『北海道農業試験場彙報』, 100, pp. 97-106.
- [16] 今村幸生 (1977):「V. 農業経営設計に関する研究の展開—数理計画法によるアプローチ—」, 武藤和夫・田口三樹夫・今村幸生・増田萬孝・諸岡慶昇「農業経営診断・設計及び計量的経営研究の展開」,『農業技術研究所報告』, H49, pp. 78-88.
- [17] 稲本志良 (1987):「第3章 農業機械化と体系技術の進歩—稲作の耕耘手段の変化を中心に—」,『農業の技術進歩と家族経営』, 大明堂, 東京, pp. 83-103.
- [18] 磯辺秀俊 (1971):『農業経営学』, 養賢堂, 東京.
- [19] 金沢夏樹 (1984):『農業経営学講義』, 養賢堂, 東京.
- [20] 神崎博愛 (1969):『農業経営計画論』, 富民協会, 大阪.
- [21] 金 正鎬 (1985):「個別経営の技術効率とその源泉:北海道東部地域酪農経営を対象として」,『農林業問題研究』, 78, pp. 20-27.
- [22] 小池俊吉 (1993):「二毛作地帯における乾田直播技術開発の意義と方向」,『中国農業試験場研究報告』, 12, pp. 1-20.
- [23] 久保嘉治 (1961):「不連続線計活動分析に関する研究」,『北海道大学農経論叢』, 17, pp. 119-96.
- [24] 黒田誼 (2005):「第6章 日本農業における技術変化の研究:展望」,『泉田洋一編 近代経済学的農業・農村分析の50年』, 農林統計協会, 東京, pp. 121-158.
- [25] Malczewski, J. (1999): *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. Wiley, New York.
- [26] 丸山義皓・R. J. フロインド (1966a):「農業生産に対する不安定性の作用—パラメトリック非線形計画法による接近—」,『農業経済研究』, 37(4), pp. 154-159.
- [27] 丸山義皓・R. J. フロインド (1966b):「不安定性下における生産計画の作用—非線形計画法による接近—」,『農業経済研究』, 38(1), pp. 1-8.
- [28] 丸山義皓・R. J. フロインド (1967):「予測, 不安定性, 生産計画—統計的手法及び非線形計画法の統合的利用—」,『農業経済研究』, 39(1), pp. 1-12.
- [29] 増田萬孝 (1983):『農業経営診断の論理』, 養賢堂, 東京.
- [30] 松原茂昌 (1978):「2.3.1 微視的生産関数と回帰分析」,『応用統計ハンドブック』, 養賢堂, 東京, pp. 157-166.
- [31] 溝田俊之 (2009):「経営効率分析法DEAによる花き農家の経営診断 (千葉県を中心として)」,『農業普及研究』, 14(1), pp. 115-126.
- [32] 武藤和夫 (1965):「『自立経営』の経営経済的分析 (II) —土地改良地区における代表農家の経営設計に対する動態的線形計画法の適用—」,『農業技術研究所報告』, H. 33, pp. 1-42.
- [33] 武藤和夫 (1980):「経営管理論的意思決定の方法」,『農業経営学講座 5 農業経営管理論』, 地球社, 東京, pp. 66-93.
- [34] 中山徳良 (2002):「水道事業の経済効率性の計測」,『日本経済研究』, 45, pp. 23-40.
- [35] 南石晃明 (1991):『不確実性と地域農業計画』, 大明堂, 東京.
- [36] 農林水産省東北農業試験場総合研究部 (1998a): FAPSシステムの技術評価・営農計画における適用例,『東北農試総合研究 (B)』, 5号.
- [37] 農林水産省東北農業試験場総合研究部 (1998b): 経営支援普及活動におけるFAPS活用事例集,『東北農試総合研究 (B)』, 11.
- [38] 農林水産省東北農業試験場総合研究部 (1999): 園芸作物導入経営におけるFAPS活用事例集FAPS新システムおよび関連システムの概要,『東北農試総合研究 (B)』, 16.
- [39] 大石 亘・秦 隆夫・千田雅之・古家 淳 (1995):「酪農経営における受精卵移植技術を利用した和子牛生産の経済性評価モデル」,『農業研究センター研究報告』, 24, pp. 41-53.
- [40] 小沢 互 (1990):「複合経営の経営効率性分析—DEAの適用可能性について—」,『秋田県立農業短期大学研究報告』, 16, pp. 125-132.
- [41] Richmond, J. (1974): "Estimating the Efficiency of Production." *International Economic Review*. Vol. 15, No 2, pp. 515-521.
- [42] Russel, N. P. and Young, T. (1983): "Frontier Production Functions and the Measurement of Technical Efficiency." *Journal of Agricultural Economics*. Vol. 34, pp. 139-150.
- [43] 佐藤祐子 (2002):「バラ栽培経営における技能形成と経営効率格差」,『農業経済研究報告』, pp. 1-24.
- [44] 沢村東平 (1971):『農場経営の意思決定』, 富民協会, 大阪.
- [45] 関野幸二・猪之奥康治・高辻豊二 (1998):「カンキツ作経営における園内作業道・小型機械化技術導入の経済効果」,『農業経営研究』, 36(2), pp. 89-94.
- [46] 清水隆房 (1974):「施設園芸経営における技術的能率の計測」,『農林業問題研究』, 38, pp. 109-117.
- [47] 清水隆房 (1990):「野菜作経営の経営分析—メロン栽培経営を事例として—」, 亀谷晃編著『現代農業経営分析論』, 富民協会, 大阪, pp. 151-167.
- [48] Simon, H. A. (1965):『経営行動』, ダイヤモンド社, 東京.
- [49] 塩谷幸治・佐藤和憲・大浦裕二 (1998):「キャベツ全自動収穫機の普及条件」,『関東東海農業経営研究』, 89, pp. 127-132.
- [50] 高橋克也 (1991):「フロンティア生産関数による稲作の効率性分析」,『農業総合研究』, 45(3), pp. 83-101.

- [51] 天間 征 (1966) : 『定量分析による農業経営学』, 明文書房, 東京.
- [52] Timmer, C. P. (1971): "Using a Probabilistic Frontier Production Function to Measure Technical Efficiency." *Journal of Political Economy*, 79, pp. 776-794.
- [53] 刀根 薫 (1993) : 『経営効率性の測定と改善—包絡分析法 DEAによる—』, 日科技連, 東京.
- [54] 辻 和良・熊本昌平・大西敏夫・藤田武弘・小西博文 (2006) : 「DEAによるウメ生産農家の経営効率性の計測と改善方向」, 『和歌山県農林水技セ研報』, 7, pp. 19-34.
- [55] 上村幸正・恒川磯雄・宮崎昌弘・吉永悟志・香西修治・松島貴則 (1995) : 「新しい素材技術を取り入れた稲・麦・大豆輪作技術体系とその経営経済的評価」, 『四国農業試験場報告』, 59, pp. 49-107.
- [56] 上野正実・孫 麗亜 (2002) : 「地理情報システム (GIS) と数理計画手法による高度生産管理システム」, 『平成12～13年度科学研究費補助金 (特別研究員奨励費) 研究成果報告書』, p. 3.
- [57] 鶴川洋樹 (2002) : 「畑地型酪農経営における集約放牧技術の導入条件」, 『北海道農研研究報告』, 174, pp. 25-46.
- [58] 鶴川洋樹・相原克麿・原 珠里・藤田直聡 (2002) : 「畑地型酪農経営におけるアルファルファの導入条件」, 『北海道農研研究報告』, 174, pp. 47-68.
- [59] 梅本 雅 (1995) : 「農業技術の経営評価」, 『農業技術の経営評価マニュアル』, 農業研究センター, pp. 8-13.
- [60] 梅本雅 (1996) : 「水田複合経営における水稲乾田直播栽培技術導入の経営的評価」, 『農業研究センター経営研究』, 35, pp. 25-40.
- [61] 梅本 雅・大浦裕二・関澤宮朗 (2000) : 「インターネットによる農業経営診断システム」, 『関東東海農業経営研究』, 91, pp. 51-55.
- [62] 渡辺兵力 (1978) : 『農業の経営—若い営農家のために—』第2次改訂版, 養賢堂, 東京.
- [63] 山本和博 (2006) : 『農業技術の導入行動と経営発展 実践的農業経営研究へのアプローチ』, 筑波書房, 東京.
- [64] 山本直之・小池俊吉・圓通茂喜・大谷一郎 (1997) : 「畜産経営における胚移植技術導入の意義と評価」, 『中国農業試験場研究報告』, 17, pp. 1-27.
- [65] 頼 平 (1991) : 「第14章 農業経営管理方法の展開」, 『農業経営学』, 明文書房, 東京, pp. 364-387.

(受付：2010年1月14日 受理：2010年7月23日)